

Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas untuk Pemisahan Patchouli Alkohol Minyak Nilam dengan Distilasi Ekstraktif

Deddy Kurniawan W¹, Mohamad Endy Y², Hermawan Dwi A³, Yayang Ade S⁴

Jurusan Teknik Kimia Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239
Email : dwikanta@gmail.com

Abstract

Patchouli oil is the most stable non-oil commodity export of Indonesia. Almost 50% of volatile oil exports, is dominated by patchouli oil. Patchouli oil is not only used as fragrance materials, but it has been developed as medicinal products. This is because patchouli oils contain more than 24 kinds of sesquiterpenes, which have potential as anti-cancer, anti-microbial, anti-inflammatory, antibiotic, anti-microbial and anti-tumor compounds. One component of patchouli oil that is very potential and has a very high value is patchouli alcohol. Therefore, it is necessary to separate the patchouli alcohol by combining the extraction and distillation in a one column by using fried oil as solvent. The process is known as extractive distillation. Fried oil is a solvent that can bind impurities to and alter the relative volatility of the components in its original condition. The study was began by designed and fabricated the vacuum extractive distillation. A preliminary study was conducted in order to determine the suitable process pressure that is relatively good in the patchouli oil-patchouli alcohol refining process. The pressure was varied with temperature, where the pressure were varied of 3, 4 and 5 mmHg and temperature of 110, 120, 130, 140, and 150 °C. While the distillation time variation were two, four, six and eight hours. It is expected that from those variables we can get a maximum yield of patchouli alcohol. The addition of n-hexane as a solvent can also enhance the patchouli alcohol levels produced.

Keywords: patchouli oil, extractive distillation, patchouli alcohol

Pendahuluan

Minyak nilam merupakan minyak atsiri yang diperoleh dari daun nilam (*Pogostemon cablin benth*) dengan cara penyulingan. Minyak tersebut merupakan komoditas ekspor non migas paling besar diantara ekspor minyak atsiri di Indonesia. Tahun 2004 ekspor minyak nilam sebesar 1.295 ton, sedangkan ekspor minyak atsiri keseluruhan adalah 2.633 ton (BPS, 2006). Sehingga hampir 50% ekspor minyak atsiri, didominasi oleh minyak nilam. Negara pengimpor minyak nilam Indonesia yaitu Amerika Serikat, Jepang, Malaysia, Singapura, Austria, Hongkong dan India. Namun demikian, sejak tahun 2000 hingga sekarang volume ekspor minyak nilam Indonesia mengalami penurunan yang sangat drastis, yaitu dari 1.356 ton menjadi 1.189 ton (BPS, 2005).

Minyak nilam selain digunakan sebagai bahan pewangi, juga dapat digunakan sebagai penahan aroma wangi-wangian bahan pewangi lain sehingga bau wangi tidak cepat hilang dan lebih tahan lama (*fiksatif*) dalam pembuatan parfum, kosmetik dan sabun. Bahkan saat ini, minyak nilam banyak dikembangkan ke arah produk obat-obatan. Hal ini dikarenakan minyak nilam mengandung lebih dari 24 jenis *sesquiterpene*, yang berpotensi sebagai

senyawa anti kanker, anti mikroba, anti inflamatory, antibiotik dan anti mikroba dan anti tumor (Dequerry, dkk., 2006., Rafi, 2001).

Tabel 4. Syarat Mutu Minyak Nilam Berdasarkan SNI

Karakteristik	Syarat	Cara Pengujian
Warna	Kuning muda sampai coklat tua	Visual
Berat Jenis 25 o/oC	0.943-0.983	SP-SMP-17-1975 (ISO R 279-1962 E)
Indeks Bias, 20 oC	1,506 – 1,516	SP-SM_-16-1975 (ISO R 280-1962 E)
Kelarutan dalam etanol 90 % pada suhu 25 ± 3 oC	Larut jernih atau opalesensi ringan dalam perbandingan volume 1 s/d dengan 10 bagian.	SP-SMP-19-1975 (ISO R 2073,1962)
Bilangan asam, max	5,0	SP-SMP-26-1975 (ISO R 1242-1973 E)

Bilangan ester, max	10,0	SP-SMP-27-1975
Minyak kruing	Negatif	SP-SMP-25-1975
Zat-zat asing	Negatif	SP-SMP-23-1975
Alkohol tambahan		SP-SMP-24-1975
Lemak		SP-SMP-41-1975
Minyak pelican		(SI No. 25/SI/73)
Bau	Segar, khas minyak nilam	organoleptik
Putaran Optik	(47o) – (47o)	ISO R592-1957

Meskipun Indonesia sudah mampu mengeksport minyak nilam keluar negeri, namun sampai saat ini masih mengimpor derivat-derivat minyak nilam yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan obatan-obatan dan *flavor*. Hal ini sangat disayangkan, sehingga perlu diupayakan untuk mengolah minyak nilam lebih lanjut sebelum diekspor.

Salah satu komponen minyak nilam yang berpotensi dan memiliki nilai jual yang sangat tinggi yaitu patchouli alkohol. Hampir seluruh komponen dari patchouli alkohol dapat menghasilkan *flavor* dan produk kesehatan serta obat-obatan, dan beberapa peneliti telah berupaya untuk memisahkannya. Bakti Jos, dkk (2004) telah mengestrak minyak nilam dengan menggunakan n-Heksan. Namun demikian, teknologi konvensional ini hanya mampu meningkatkan kadar patchouli alkohol dari 30% menjadi 36%. Kelemahan utama proses ini adalah biaya peralatan lebih mahal, karena dibutuhkan alat distilasi untuk merekoveri n-Heksan. Metode konvensional yang lain juga telah dilakukan oleh Silviana dkk, (2005). Peneliti ini mencoba memisahkan dengan menggunakan distilasi vakum, meskipun demikian kadar patchouli alkohol hanya meningkat 11%.

Upaya untuk meningkatkan kadar patchouli alkohol yang telah dilakukan oleh para peneliti relatif masih rendah. Hal ini terjadi karena adanya impuritas yang terikat pada minyak nilam, disamping itu komposisi masing-masing minyak nilam memiliki titik didih yang berdekatan dan dimungkinkan terbentuk *azeotrop*.

Untuk itu, perlu memisahkan patchouli alkohol dari minyak nilam dengan menggabungkan proses ekstraksi dan distilasi dalam satu kolom menggunakan pelarut minyak goreng bekas. Proses ini dikenal dengan **distilasi ekstraktif**. Minyak goreng bekas merupakan pelarut yang dapat mengikat impuritas dan mengubah volatilitas relatif komponen-komponen semula pada kondisinya. **Keunggulan proses ini adalah:** biaya peralatan lebih murah, hemat energi, dapat mengubah *relatif volatilitas*, dapat menggeser kesetimbangan fasa, warna produk lebih jernih dan kadar patchouli alkohol yang dicapai lebih tinggi. Studi pendahuluan telah dilakukan dalam skala laboratorium dengan kajian rancang bangun distilasi ekstraktif minyak

nilam menggunakan pelarut minyak jarak dalam keadaan vakum. Studi awal ini sangat prospektif dan proses ini sangat menjajikan untuk dikomersialkan, karena menghasilkan patchouli alkohol sekitar 63% (Arifan, dkk., 2007). Oleh karenanya, perlu pengembangan proses distilasi ekstraktif lebih lanjut guna memisahkan derifat-derifat minyak nilam pada keadaan vakum.

Tabel 1. Komposisi minyak nilam

No	Senyawa	Persentase
1	Patchouli alkohol	30
2	Bulnesene	17
3	Guaiene	14
4	Seychellene	9
5	Patchoulene	5
6	Caryophyllene	4
7	Patchoulene	2
8	Cadinene	2
9	Pogostol	2

Sejak awal 1966, dengan analisa yang lebih mendalam dari daun yang sudah dikeringkan dan daun masih hijau telah berhasil diidentifikasi dua karakter komponen baru yang diperkirakan juga menghasilkan *flavor*, yaitu norpatchoulol dan nortetrapatchoulol. Komponen tersebut walaupun hanya mengandung 1 % dan 0,001 % berat, tetapi diperkirakan menghasilkan wangi yang sangat kuat (Kirk Othmer, 1996). Komposisi minyak nilam selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Standart Mutu Minyak Nilam

Standar mutu minyak nilam Indonesia ditetapkan oleh Dewan Standarisasi Nasional dengan nama Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-02385-1991. Standar ini meliputi syarat mutu, cara pengujian mutu dan cara pengemasan.

Metode penelitian

Penelitian tentang proses Pemanfaatan minyak goreng bekas untuk pemisahan Patchouli Alkohol Minyak Nilam dengan Destilasi Ekstraktif dilaksanakan secara eksperimen. Rangkaian penelitian dilakukan secara bertahap meliputi : perancangan dan pabriksi alat rangkaian destilasi vacuum yang terdiri dari pembuatan alat destilasi vacuum dan uji coba destilasi vacuum, studi pendahuluan dan penentuan variable berpengaruh

Landasan Teori

Nilam (*Pogostemon* sp.) termasuk famili Labiateae, ordo Lamiales, kelas Angiospermae dan divisi Spermatophyta. Di Indonesia terdapat tiga jenis nilam yang dapat dibedakan antara lain dari

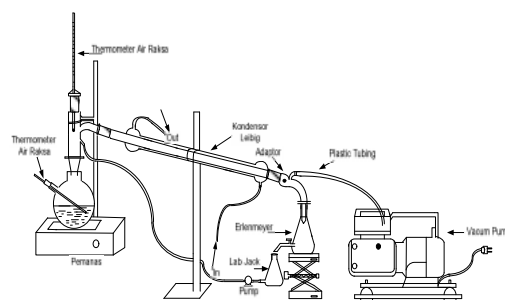
karakter morfologi, kandungan dan kualitas minyak, dan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Ketiga jenis nilam tersebut adalah: 1) *P. cablin* Benth. Syn. *P. patchouli* Pellet var. *Suavis* Hook yang disebut nilam Aceh, 2) *P. heyneanus* Benth yang disebut nilam Jawa dan 3) *P. hortensis* Becker yang disebut nilam sabun. Di antara ketiga jenis nilam, yang paling luas penyebarannya dan banyak dibudidayakan yaitu nilam Aceh, karena kadar minyak dan kualitas minyaknya lebih tinggi dari kedua jenis yang lainnya. Nilam Aceh merupakan tanaman yang diperkirakan berasal dari Filipina atau Semenanjung Malaysia, masuk ke Indonesia lebih seabad yang lalu. Setelah sekian lama berkembang di Indonesia, tidak tertutup kemungkinan terjadi perubahan-perubahan dari sifat asalnya. Dari hasil eksplorasi ditemukan bermacam-macam tipe yang berbeda baik karakter morfologinya, kandungan minyak, sifat fisika kimia minyak dan sifat ketahanannya terhadap penyakit dan kekeringan. Nilam Aceh berkadar minyak tinggi ($> 2,5\%$) sedangkan nilam Jawa rendah ($< 2\%$). Di samping nilam Aceh, di beberapa daerah di Jawa Tengah dan Jawa Timur petani mengusahakan juga nilam Jawa. Nilam Jawa Berasal dari India, disebut juga nilam kembang karena dapat berbunga. Ciri-ciri spesifik yang dapat membedakan nilam Jawa dan nilam Aceh secara visual yaitu pada daunnya. Permukaan daun nilam Aceh halus sedangkan nilam Jawa kasar. Tepi daun nilam Aceh bergerigi tumpul, pada nilam Jawa bergerigi runcing, ujung daun nilam Aceh runcing, nilam Jawa meruncing. Nilam Jawa lebih toleran terhadap nematoda dan penyakit layu bakteri dibandingkan nilam Aceh, karena antara lain disebabkan kandungan fenol dan ligninnya lebih tinggi dari pada nilam Aceh. Tanaman nilam adalah tanaman penghasil minyak atsiri, oleh sebab itu produksi, kadar dan mutu minyak merupakan faktor penting yang dapat dipergunakan untuk menentukan keunggulan suatu varietas. Di samping itu, karakter lainnya seperti sifat ketahanan terhadap penyakit juga merupakan salah satu indikator penentu. Banyak faktor yang mempengaruhi kadar dan mutu minyak nilam antara lain: genetik (jenis), budidaya, lingkungan, panen dan paska panen.

Penyulingan merupakan salah satu metoda ekstraksi isolasi minyak atsiri dari bahan tanaman penghasil minyak atsiri. Penyulingan yaitu proses pemisahan komponen yang berupa cairan dua macam campuran atau lebih berdasarkan perbedaan titik didihnya (Ketaren, 1985). Proses tersebut dilakukan terhadap minyak atsiri yang tidak larut dalam air. Berdasarkan kontak antara uap air dengan bahan yang akan disuling, metoda penyulingan minyak atsiri dibedakan atas tiga cara, yaitu: (1) penyulingan dengan air (*water distillation*), (2) penyulingan dengan uap dan air (*water and steam distillation*), dan (3) penyulingan dengan uap (*steam distillation*) (Guenther, 1948). Untuk industri kecil, penggunaan metoda

penyulingan dengan air dan metoda penyulingan dengan uap dan air lebih menguntungkan, karena lebih murah dan konstruksinya sederhana. Untuk industri menengah dan besar penerapan metoda penyulingan dengan uap akan lebih menguntungkan. Dibandingkan metoda penyulingan dengan air, metoda penyulingan dengan uap dan air lebih baik, karena proses penguapan lebih cepat sehingga waktu penyulingan lebih singkat. Selain itu penggunaan metoda penyulingan dengan air terbatas untuk penyulingan bahan-bahan yang mudah membentuk gumpalan jika terkena panas (Ketaren, 1985). Dari sejumlah besar jenis minyak atsiri yang telah berhasil disuling di Indonesia, maka nilam adalah salah satu diantaranya. Nilam yang sering juga disebut *Pogostemon Patchouli Pellet* atau dilem wangi (jawa), merupakan tanaman yang belum begitu dikenal secara meluas oleh masyarakat. Nilam di tanam oleh masyarakat untuk diambil minyaknya. Minyak ini banyak digunakan dalam industri parfum, sabun, deterjen dan kosmetika.

Perancangan dan Pabrikasi Alat Rangkaian Distilasi Vacuum

Alat utama pada percobaan yang kami lakukan berupa Distilasi Ekstraktif vakum. alat ini dirancang untuk skala laboratorium yang mengacu pada rancangan Henry Z. Kister, 1992, Distillation Design. Rangkaian alat untuk pemisahan Patchouli alkohol minyak nilam dengan pelarut minyak goreng bekas tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa rangkaian alat percobaan Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan tekanan yang relatif baik untuk digunakan dalam proses pemurnian patchouli alkohol minyak nilam. Tekanan ini divariasikan pada variabel 2, 3, 4 dan 5 mmHg dengan temperatur 110, 120, 130, 140, dan 150 °C. Sedangkan waktu distilasi ditetapkan 2, 4, 6 dan 8 jam, diharapkan pada rentang ini semua patchouli alkohol berada pada distilat.

Penentuan Variabel Berpengaruh

Variabel-variabel percobaan pada pemisahan patchouli alkohol adalah rasio minyak nilam-minyak jarak, tekanan, temperatur dan waktu distilasi. Rasio

minyak nilam-minyak goreng bekas ditetapkan pada 9:1, 8:2, 7:3 dan 6:4 (v/v), karena pada rentang ini merupakan jumlah impuritas yang berada pada minyak nilam. Tekanan dan temperatur distilasi ditetapkan pada 2, 3, 4 dan 5 mmHg, serta 110, 120, 130, 140 dan 150 °C, karena pada rentang kondisi ini, merupakan titik didih patchouli alkohol. Sedangkan waktu distilasi ditetapkan 2, 4, 6 dan 8 jam, diharapkan pada rentang ini semua patchouli alkohol berada pada distilat. Sebagai parameter konstan adalah volume total umpan (minyak nilam + minyak goreng bekas).

Berdasarkan praktikum kami, dengan tekanan 2mmHg dan suhu 150°C yang kami lakukan, Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu, rasio minyak Nilam dan minyak jelantah.

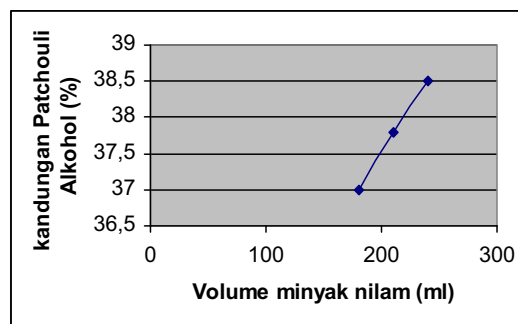
Cara penelitian

Campuran yang berupa minyak nilam + minyak goreng bekas pada rasio tertentu diumpankan ke dalam distilasi batch dengan volume yang telah ditetapkan. Pemisahan mulai dijalankan, setelah kondisi operasi distilasi diatur pada tekanan dan temperatur tertentu. Proses distilasi dihentikan dengan waktu tertentu, dan produk distilat yang ditampung dianalisa menggunakan Gas Chromatografi untuk mengetahui kadar patchouli alkohol. Sampel distilat maupun residu juga dianalisa sifat-sifat fisisnya.

Analisa hasil

Hubungan antara Perbandingan Volume Minyak Nilam dan Minyak Jelantah

Pemisahan komponen-komponen yang mempunyai titik didih hampir sama sulit dicapai dengan distilasi sederhana, biarpun jika campuran itu ideal, dan pemisahan yang sempurna kadang-kadang sama sekali tidak mungkin karena terbentuk azeotrop maka digunakan pemisahan destilasi ekstraktif Untuk sistem demikian, pemisahan sering dapat diperbaiki dengan menambahkan suatu komponen ketiga untuk mengubah volatilitas relatif komponen-komponen semula. Komponen yang ditambahkan itu bisa berupa zat cair yang titik didihnya lebih tinggi atau “pelarut” yang dapat bercampur dengan kedua komponen kunci, tetapi mempunyai sifat-sifat kimia yang mendekati salah satu komponen itu. Komponen kunci yang paling mendekati pelarut itu akan mempunyai koefisien aktivitas yang lebih rendah dari komponen-komponen lain, sehingga pemisahan akan menjadi lebih baik. Pelarut yang kita gunakan dalam praktikum ini adalah “minyak Jelantah”. Perbandingan paling optimal adalah saat menggunakan variable perbandingan 8 : 2 menghasilkan patchouli alcohol dengan kadar 38,5%.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Volume Minyak Nilam dengan Patchouli Alkohol

Grafik Pemurnian minyak nilam untuk meningkatkan kadar patchouli alkohol telah dilakukan oleh Bakti Jos, dkk (2004). Peneliti ini telah mengestrak minyak nilam dengan menggunakan n-Heksan. Namun, kadar patchouli alkohol hanya meningkat dari 30% menjadi 46%, dengan kelemahan utama adalah dibutuhkan alat distilasi untuk merekoveri n-Heksan. Penelitian lain juga telah dilakukan dengan menggunakan distilasi vakum, namun kadar patchouli alkohol hanya meningkat dari 30% menjadi 41% (Silviana dkk, 2005).

Upaya untuk meningkatkan kadar patchouli alkohol yang telah dilakukan oleh para peneliti relatif sangat kecil. Hal ini terjadi karena adanya impuritas yang terikat pada minyak nilam, disamping itu komposisi masing-masing minyak nilam memiliki titik didih yang berdekatan dan dimungkinkan terbentuk *azeotrop*.

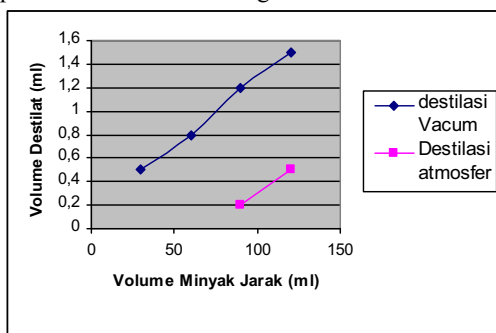
Baru-baru ini, Yulianto, M.E., (2005) menggagas untuk menggabungkan proses ekstraksi dan distilasi dalam satu kolom dengan menggunakan pelarut minyak jarak. Adapun fungsi minyak jarak untuk mengikat impuritas dan menggeser kesetimbangan fasa pada kondisinya. Oleh karenanya, diharapkan teknologi ini dapat menggeser kesetimbangan fasa, lebih murah biaya peralatan, dan diperoleh patchouli alkohol dengan kadar yang lebih tinggi. Proses ini disebut distilasi ekstraktif (*extractive distillation*) dan sama seperti ekstraksi cair –cair di mana terdapat fasa uap. Maka dengan menggunakan pemisahan destilasi ekstraktif didapat kandungan patchouli alkohol sebesar 38,5% dengan temperatur 150°C dan tekanan 2 mmHg

Perbandingan antara Destilasi Vakum dengan Destilasi Atmosfer

Untuk mengetahui penelitian yang kami lakukan banyak memiliki keunggulan atau kelemahan, kami juga melakukan penelitian yaitu destilasi ekstraktif pada kondisi atmosfer. Jadi tidak menggunakan pompa vakum. Berdasarkan grafik yang disajikan pada gambar 8, terlihat jelas bahwa pada variabel yang sama yaitu perbandingan volume antara minyak nilam dan minyak jarak, suhu operasi

dan tekanan operasi. Destilat yang dihasilkan dengan menggunakan destilasi vakum lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan destilasi atmosfer. Destilasi Ekstraktif pada kondisi Vakum mempunyai beberapa keunggulan yaitu dapat menurunkan titik didih sehingga waktu yang dibutuhkan untuk operasi lebih pendek, dapat menggeser kesetimbangan fasa, biaya peralatan lebih murah, warna produk lebih jernih dan hasil yang dicapai lebih tinggi.

Kerugian menggunakan Destilasi Ekstraktif pada kondisi Atmosfer adalah tidak bisa menurunkan titik didih sehingga waktu yang dibutuhkan lebih lama dan warna produk yang dihasilkan tidak begitu jernih tetapi agak keruh dan berwarna kekuningan. Hal ini terjadi karena pada destilasi atmosfer produk/destilat akan teroksidasi dengan udara luar sehingga akan memecah ikatan rangkap 2 pada terpen, karena pemecahan ikatan rangkap 2 pada terpen inilah yang menyebabkan produk berwarna kekuningan.



Gambar 2 Perbandingan antara Destilasi Vakum dengan Destilasi Atmosfer

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian kami, dengan menggunakan pemisahan Destilasi Ekstraktif didapat kondisi optimum pada temperatur 150 °C dengan tekanan 2 mmHg diperoleh kandungan Patchouli Alkohol 38,5 % Komponen kunci yang paling mendekati pelarut itu akan mempunyai koefisien aktivitas yang lebih rendah dari komponen-komponen lain, sehingga pemisahan akan menjadi lebih baik. Meskipun hasil maksimum hanya mengandung 38,5% namun tidak bisa dipungkiri bahwa kelebihan dari praktikum kami adalah dapat menggantikan fungsi dari n-Heksan sebagai pelarut konvensional yang selama ini digunakan dan dialih fungsikan dengan menggunakan Limbah yang dimanfaatkan kembali yaitu Minyak Goreng bekas (minyak Jelantah).

Daftar pustaka

- Akhila and Tewari, 1984 “ *Chemistry of Patchouli : A Review* , “ *Current Res, Aromat Plants*, 6 (1), hal 38-54
- Anonymous, 1997. Market Report. George Uhe Co. Inc., New Jersey, USA.
- Arctander, S. 1969. Perfume and flavour chemical. Vol. I. S.A. Publisher, New York.
- Bakti Jos, dkk. 2004. Ekstraksi Patchouli Alkohol Minyak Nilam Dengan Pelarut n-Heksan. Laporan Penelitian UNDIP. Semarang.
- Bedoukian, P.Z. 1967. Perfumery and flavouring synthetics. Elsevier Publ. Co., New York.
- Brahmana HR. 1991. Pengaruh penambahan minyak kuring dan besi oksida terhadap mutu minyak nilam (patchouli oil). *Komunikasi Penelitian* ; 3(4):330-341
- BPS, 1999. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia. Ekspor-Impor 1998. Jilid I-II. BPS. Jakarta. Hal 133-136 dan 209-216.
- Buchi, G. And N Wakabayashi, 1961,” *Constitution of Patchouli Alcohol and Absolute Configuration of Cedrene*”, *Journal American Chemical Society*, hal 83,927.
- Buchi, G. And Nobel Wakabayashi, 1961, “*The Structure of Two Alkaloids from Patchouli Oil*”, *Journal American Chemical Society*, hal 88:13,3109
- Buckingham, J. , 1982 ,”*Dictionary of Organic Compounds*” , 5th edition, Chapman and Hall, New York.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. Standar Nasional Indonesia. Jakarta:DSN
- EOA 1970. EOA specification and standard. Scientific Section EOA of USA Inc., New York.
- Furia, T.E. dan N. Bellanca, 1975. *Fenarolies handbok of flavor ingredients*. Vol. II. Second Ed. CRC Press Inc., Cleveland.
- Guenther, E. 1948. *The Essential Oil*. Vol. I. D. Van Nostrand Company Inc., New York.
- Guenther E. 1948. *The Essential Oils*. Volume 2. New York : D van Nostrand Company Inc.
- Hassler JW. 1945. *The Nature of Active Carbon*. New York:Mc Graw Hill
- Henry Z. Kister. 1992. *Distillation Design*. McGraw-Hill, Inc.
- Ketaren, S., 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. PN. Balai Pustaka, Jakarta.
- Ketaren, S., 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. PN. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kirk RE, Othmer DF. 1969. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Volume 19. Ed ke 2. New York:J. Wiley
- Mantel CL. 1951. *Chemical Engineering Series*. Ed ke-2. New York :Mc Graw Hill Book Company. Absorption.
- Masada, Y. 1976. *Analysis of essential oil by chromatography and Mass Spectrometry*. John Wiley and Sons Inc. New York.

- Mc Cabe, 1960, Unit Operations, 3th Ed., Mc Millan Publ., New York.
- Nuryani, Y., 1998. Karakterisasi nilam. Monograf No. 5. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Hal. 16-23.
- Rusli S. 1991. Pemurnian/ peningkatan mutu minyak nilam dan daun cengkeh. Di dalam :Prosiding Forum Komunikasi Pengembangan Minyak Atsiri; di Sumatera, 31 Agustus 1991. Bogor : Balittro. 89-100.
- Rusli S. 2000. Penanganan bahan baku, penyulingan dan pemurnian minyak atsiri. Makalah pada Pendidikan dan Pelatihan Minyak Atsiri; di Garut 7-16 September 2000.
- Rusli S, Ma'mun, Mulyono E. 2000. Disain alat pemurnian minyak nilam. Makalah pada Gelar Teknologi Pengolahan Gambir dan nilam; di Padang 24 – 25 Januari 2000. Bogor : Balittro.
- Silviana, 2005. Pemisahan Pathcouli Alkohol Minyak Nilam Dengan Menggunakan Distilasi Vakum, Laporan Penelitian UNDIP. Semarang.
- Silviana, Widayat, dan Bakti Jos, 2004, "Aplikasi Teknologi Pengolahan Minyak Atsiri Dalam Industri Kecil Menengah: Pengambilan Dan Peningkatan Mutu Minyak Nilam", Seminar Nasional, Jurusan Teknik Kimia, Universita Setia Budi Surakarta
- Yulianto., M.E; 2005. Studi Awal Pemisahan Pathcouli Alkohol Minyak Nilam Dengan Pelarut Minyak Jarak, Laporan Penelitian UNDIP. Semarang.